Not to be cited without
permission of the authors[1]

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs[1]

DFO Atlantic Fisheries
Research Document 93/21

MPO Document de recherche sur
les pêches dans l'Atlantique 93/21

Les nouvelles unités de gestion de la pêche à la crevette nordique (*Pandalus borealis*) dans le nord du golfe du Saint-Laurent

par

L. Savard, S. Hurtubise et J.M. Sévigny

Ministère des Pêches et des Océans
Division Invertébrés et Biostatistiques
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

[1]This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Atlantic Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the secretariat.

[1]La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques sur la côte atlantique du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

RÉSUMÉ

Les cinq unités de gestion de la pêche à la crevette avaient été mises en place au début des années 80 selon les secteurs connus et exploités par les pêcheurs. Toutefois, l'expansion de la pêche survenue au cours des dernières années a remis en question certaines des frontières entre les unités de gestion. Un remaniement des unités de gestion est donc proposé pour offrir une meilleure correspondance entre les agrégations de crevettes qu'elles supportent et les secteurs exploités par les pêcheurs. Les quatre sites où l'abondance des crevettes est plus élevée sont maintenant bien isolés les uns des autres. Les unités supportent tous les stades de développement des crevettes ce qui est une indication de leur capacité à assurer un certain recrutement à la pêche. Les résultats préliminaires des analyses génétiques effectuées sur des crevettes capturées à différents sites dans le Golfe ne permettent pas l'identification formelle de populations génétiquement distinctes. Il existe donc un mélange qui peut être plus ou moins important entre les unités de gestion.

ABSTRACT

The management units for the shrimp fishery were set up in the early 1980s, on the basis of the sectors known and exploited by fishermen. However, the expansion of the fishery in the course of that decade has called into question certain of the boundaries between these management units. A restructuring of the management units is therfore proposed, to make for a better match between the shrimp aggregations they support and the sectors exploited by fishermen. The four sites where there is higher abundance of shrimp are well isolated from each other. The units support all stages of shrimp development; this is an indication of their capacity to ensure a certain level of recruitment to the fishery. The preliminary results of genetic analyses done on shrimp caught at different sites in the Gulf do not enable us to formally identify genetically distinct populations. Thus there is a mixing, which may be more or less significant, among the management units.

INTRODUCTION

La pêche à la crevette (*Pandalus borealis*) a débuté dans le golfe du Saint-Laurent en 1965 par l'exploitation d'un secteur situé au large de Sept-Iles (Tab. 1). La pêche s'est développée progressivement si bien qu'au milieu des années 70, trois flottes (Québec, Nouveau-Brunswick, Terre-Neuve) exploitaient des agrégations relativement bien définies de crevettes. L'exploration plus poussée des sites propices à l'exploitation a permis aux pêcheurs d'étendre leurs activités à deux nouveaux secteurs au début des années 80. Le modèle developpé par les pêcheurs à ce moment correspondait à exploiter les sites facilement accessibles depuis leur port de débarquement.

L'expansion de la pêche survenue au cours des années 80 a amené un questionnement sur la pertinence des unités de gestion telles que définies au début des années 80. Les zones de pêche sont toujours relativement bien isolées dans le secteur est du Golfe. Par contre, les activités des pêcheurs dans le secteur ouest sont de plus en plus restreintes par les TPA. Ils pêchent de plus en plus près des frontières séparant les zones et ceci amène des situations conflictuelles. Nous proposons donc un remaniement des unités de gestion de la pêche à la crevette dans le Golfe de façon à réduire ces situations conflictuelles en basant le remaniement sur l'organisation spatiale et la structure génétique des crevettes en fonction des activités des pêcheurs.

PROBLÉMATIQUE

Le CSCPCA a revu de l'information scientifique sur les crevettes du Golfe dès sa création en 1977. Les agrégations de crevettes de Sept-Iles, du nord de l'île d'Anticosti et du Chenal d'Esquiman étaient alors bien identifiées par le patron d'exploitation des pêcheurs. La gestion de la pêche par le contrôle des captures a débuté en 1982 avec l'imposition de TPA. La pêche était alors en pleine expansion et la mise en place de TPA visait d'une part, à contrôler le développement de la pêcherie dans les trois principaux secteurs et d'autre part, à répartir l'effort de pêche afin d'éviter des surexploitations locales. En effet, deux nouveaux sites d'exploitation adjacents au secteur de Sept-Iles (l'estuaire du Saint-Laurent et le sud de l'île d'Anticosti) s'étaient ajoutés et il était préférable d'isoler ces sites tant qu'on ne connaîtrait pas d'une part, la pression de pêche qu'ils pouvaient supporter et d'autre part, la relation qui existe entre les trois secteurs situés à l'ouest de l'île d'Anticosti. Les unités de gestion sur lesquelles la formulation des conseils scientifiques du CSCPCA était basée correspondaient aux cinq secteurs connus et exploités des pêcheurs: Sept-Iles, Nord Anticosti, Esquiman, Sud Anticosti et Estuaire (Fig. 1).

La délimitation des unités de gestion a été faite sur la base à la fois des sites exploités par les pêcheurs et des divisions statistiques de l'OPANO. Les divisions 4R, 4S, 4T ont été respectées: on a associé la division 4R au Chenal d'Esquiman alors que la division 4T correspondait à l'unité de l'Estuaire même si ceci incluait une bande située le long de la côte nord de la Gaspésie; la ligne séparant les sous-divisions 4Sx et 4Ss a été utilisée pour marquer la séparation entre le nord et le sud de l'île d'Anticosti. Des frontières ont été ajoutées pour bien isoler les unités qui se retrouvaient dans la zone de 4S: les zones de Sept-Iles et de Nord-Anticosti ont été divisées par une ligne reliant le nord-ouest de l'île à la côte nord du Québec, les zones de Sept-Iles et de Sud-Anticosti, par une ligne reliant la pointe ouest de l'île à la ligne de 4T au sud, et les zones de Nord-Anticosti et d'Esquiman, par le prolongement de la ligne de 4R jusqu'à la Côte-Nord.

La pêche a continué de se développer au cours des années 80 à un rythme relativement élevé. L'intensification de la pêche est particulièrement prononcée dans le secteur ouest de l'île d'Anticosti où, entre 1982 et 1989, l'effort a augmenté de près de 7 fois dans la zone de Sud Anticosti et de près de quatre fois dans l'Estuaire (Savard et Hurtubise, 1991). Les secteurs de pêche de l'est du Golfe (Nord Anticosti, Esquiman) sont restés relativement bien isolés malgré une expansion du territoire exploré (Fig. 2). Par contre, l'expansion du territoire exploité par les pêcheurs dans le secteur ouest s'est faite de part et d'autre des limites de la zone de Sept-Iles si bien qu'il n'existe plus de site non exploité entre la zone de Sept-Iles et celle de Sud Anticosti, au sud-est de l'Ile, et entre la zone de Sept-Iles et celle de l'Estuaire (division 4T) au sud, le long de la côte gaspésienne.

Un plan de gestion de la pêche à la crevette est adopté au début de chaque année et prévoit l'interdiction de pêcher dans une zone quand le contingent est atteint. Les TPA sont maintenant répartis en contingents individuels depuis 1991 pour les flottes du Québec et du Nouveau-Brunswick. La répartition spatiale des efforts de pêche des dernières années indique bien la nature du problème: parce que l'exploitation des zones se fait à des rythmes différents, les zones sont fermées à la pêche à des dates différentes. Il s'ensuit des efforts considérables pour faire respecter la règlementation liée à la gestion par TPA. Alors que les lignes délimitant les zones de Nord Anticosti et d'Esquiman correspondent à des frontières naturelles où il n'y a pas de pêche, celles correspondant aux frontières sud de la zone de Sept-Iles sont situées dans un secteur où l'intensité de la pêche est très forte.

Les zones de pêche à la crevette dans le Golfe ont donc été remaniées de façon à ce qu'elles correspondent dorénavant à des unités biologiques sur lesquelles les analyses et les conseils biologiques seront basés (Fig. 3). D'après le patron d'exploitation des pêcheurs, il existe quatre zones relativement bien isolées où les crevettes sont concentrées: Estuaire, Sept-Iles, Anticosti et Esquiman. Les frontières proposées sont maintenant situées dans des secteurs où il n'y a pas d'exploitation et où les crevettes sont peu abondantes. Elles correspondent en quelque sorte à des frontières naturelles qui respectent le patron d'exploitation des pêcheurs qui lui-même reflète la distribution spatiale des crevettes.

LA DISTRIBUTION SPATIALE DES CREVETTES

Un relevé de recherche par chalutage de fond a lieu tous les étés (août- septembre) dans le nord du golfe du Saint-Laurent depuis 1990. Ce relevé, effectué sur le *Alfred Needler*, vise à estimer l'abondance des principales espèces de poissons de fond (sébaste, morue, turbot) et des crevettes. Le chalut utilisé est un chalut à crevette U.R.I. 81/114 avec des mailles de 44 mm et une doublure du cul du chalut de 19 mm. Les opérations de pêche sont menées selon un patron d'échantillonnage aléatoire stratifié. La stratification est basée sur la profondeur alors que l'allocation des stations est proportionnelle à la surface de la strate et à la densité relative des espèces visées observée au cours des relevés précédents. Environ 250 stations sont visitées chaque année.

Les résultats des captures (kg par 20 minutes de trait de chalut) effectuées à chaque station en 1990 et 1991 indiquent que les crevettes sont présentes dans la majorité des sites explorés au nord du territoire échantillonné (Fig. 4). Les résultats sont relativement similaires d'une année à l'autre montrant les mêmes secteurs de présence et absence. Les crevettes sont absentes le long de la côte ouest de Terre-Neuve, à des profondeurs de moins de 200 m. Elles sont également absentes au sud du territoire exploré, le long du chenal Laurentien, à des profondeurs d'environ 400 m. Par contre, on retrouve les secteurs les plus abondants dans le nord du chenal d'Esquiman, au nord-est de l'île d'Anticosti et à l'ouest du Golfe, au large de Sept-Iles. Il est difficile d'identifier précisément les profondeurs minimales de la distribution des crevettes puisque la plupart des fonds situés à moins de 200 m sont impraticables au chalutage. Toutefois, d'une façon générale, les crevettes se retrouvent sur les fonds situés entre 200 et 300 m de profondeur:

Rendements moyens (kg/20 min)	1990	1991
Moins de 200 m	5.0	3.5
200-300 m	28.3	25.7
300-400 m	6.6	5.6
Plus de 400 m	0.8	0.9

Les secteurs où les crevettes sont les plus abondantes correspondent aux secteurs exploités de façon privilégiée par les pêcheurs. Ces secteurs sont situés à la tête des chenaux, aux confins de l'isobathe de 200 m (Fig. 5). Les frontières entre les nouvelles unités de gestion délimitent chacun de ces quatre secteurs: Esquiman, Anticosti, Sept-Iles et Estuaire. A l'exception du Détroit de Jacques-Cartier, entre les unités de Sept-Iles et d'Anticosti, il n'y a pas de discontinuité physique entre les unités; il existe plutôt un gradient au niveau de la profondeur qui se traduit par un gradient de l'abondance des crevettes. Les frontières entre les unités sont donc

situées de part et d'autre des zones d'agrégations plus élevées, à des endroits où les crevettes sont moins abondantes.

Le remaniement des unités de gestion est important pour le secteur ouest du Golfe. La zone de l'Estuaire correspond maintenant à la limite physique de l'estuaire maritime du Saint-Laurent alors que celle de Sud Anticosti n'existe plus. La zone de Sept-Iles comprend désormais les fonds situés au sud de l'île d'Anticosti et au nord de la péninsule gaspésienne. Cette nouvelle délimitation de l'unité de gestion de Sept-Iles est donc mieux adaptée à la distribution spatiale des crevettes. Dans le secteur est du Golfe, la frontière entre la zone de Sept-Iles et Anticosti, au sud-est de l'île d'Anticosti, correspond à la frontière naturelle entre les deux secteurs du Golfe, où la masse d'eau pénétrant en profondeur par le détroit de Cabot se sépare de part et d'autre de l'île d'Anticosti pour remonter vers l'Estuaire ou vers les chenaux d'Anticosti et d'Esquiman.

L'ORGANISATION SPATIALE DES CREVETTES

Les unités de gestion correspondant aux unités biologiques devraient, en principe, supporter des agrégations de crevettes parmi lesquelles on retrouve tous les stades de maturité. La présence de larves et de jeunes crevettes (recrutement) et de femelles (géniteurs) peut alors être considérée comme un indice de l'autonomie du secteur et de sa capacité à supporter une pêche soutenue.

Les fréquences de taille (longueur du céphalothorax) des crevettes capturées sur les relevés de 1990 et 1991 ont été analysées selon un traitement similaire à celui effectué par Simard et Savard (1990). Les analyses ont été menées de façon à obtenir une image de l'organisation spatiale des crevettes en fonction de leur structure de taille et donc d'âge et de développement. Les échantillons ont été triés sur la base de leur ressemblance au niveau de leur distribution de fréquence de taille. Un indice de dissimilarité (Bray et Curtis) a été calculé entre toutes les paires d'échantillons en utilisant la taille (classe de 1 mm) comme la variable à comparer alors que cette variable possède autant de descripteurs qu'il y a de classes. Une analyse de groupement en association moyenne a permis ensuite d'identifier les groupes d'échantillons de crevettes présentant des structures de taille similaires.

Les résultats présentés à la figure 6 indiquent la position des stations appartenant à chacun des deux groupes identifiés par l'analyse ainsi que la distribution de fréquence de taille moyenne des échantillons composant chaque groupe. Les deux groupes identifiés par l'analyse de groupement ont des caractéristiques différentes. La distribution de fréquence de taille du groupe B est caractérisée par un mode à 25 mm alors que celle du groupe A présente deux modes à 20 et 24 mm. Les crevettes correspondant au groupe A sont plus petites; elles correspondent probablement à des mâles et des jeunes femelles. Celles du groupe B ont une taille plus élevée et correspondent vraisemblablement à des femelles. Les femelles (groupe B) sont présentes partout sur le territoire échantillonné par les relevés. Les crevettes plus petites du groupe A se retrouvent principalement à la tête du chenal d'Esquiman, dans le chenal d'Anticosti, au nord-ouest de l'île d'Anticosti dans la zone de Sept-Iles et à l'extrémité ouest de l'Estuaire. On retrouve également quelques stations supportant des jeunes crevettes le long de la limite sud du chenal Laurentien. Cette analyse a permis de démontrer que les nouvelles unités biologiques supportent chacune des secteurs où on retrouve des femelles et des sites privilégiés où on retrouve de façon plus fréquente, des jeunes crevettes. En général, les secteurs où sont retrouvés les jeunes crevettes correspondent à ceux où les densités sont les plus élevées (Fig. 4).

Toutefois, l'analyse a porté sur des années au cours desquelles on avait remarqué l'absence de petites crevettes (Savard et Hurtubise, 1991). Des analyses semblables, effectuées sur les données d'une série de relevés précédents en 1984, 1985 et 1987, ont indiqué que des groupes de jeunes mâles 18 mm et moins (longueur du céphalothorax) ont été retrouvés également aux mêmes sites, soit à la tête des chenaux d'Esquiman et d'Anticosti ainsi qu'au large de Sept-Iles (Simard et Savard, 1990). Les groupes de crevettes caractérisés par des distributions de fréquence de taille différentes étaient répartis dans le Golfe en fonction de la profondeur, les groupes supportant des petites crevettes (15-20 mm) étant retrouvés en plus faible profondeur que ceux supportant des crevettes plus grandes (> 20 mm). Cette organisation en fonction de la profondeur serait la résultante d'une migration ontogénique des crevettes.

Le suivi mensuel des activités de la pêche commerciale nous donne des indications de la localisation des différents groupes de crevettes. Les pêcheurs favorisent l'exploitation des sites où le rapport entre les rendements et la taille des crevettes capturées est économiquement rentable. Au printemps, au début de la pêche, les pêcheurs vont rechercher d'abord les sites où on retrouve des femelles ovigères. Les femelles sont alors concentrées dans les eaux moins profondes dans les secteurs propices au relâchement des larves. Les renseignements donnés dans les journaux de bord des capitaines de crevettiers indiquent qu'au printemps, ceux-ci pêchent à la tête des chenaux, au nord de l'île d'Anticosti et dans le chenal d'Esquiman, à la pointe sud-ouest de l'île d'Anticosti et au large de Sept-Iles ainsi qu'au large de Baie-Comeau, dans l'Estuaire. Les données de 1987, 1989 et 1990 illustrent bien cette situation (Fig. 7). Chaque unité de gestion supporte donc des secteurs où les femelles se rassemblent au printemps pour relâcher leurs larves.

Ouellet et al. (1990) ont étudié la distribution des larves de crevettes dans le nord du Golfe en 1986 et 1987. Ils ont trouvé que des groupes de larves émergent localement dans les secteurs de Sept-Iles ainsi qu'au nord de l'île d'Anticosti et du chenal d'Esquiman. Toutefois, après l'émergence, les premiers stades pélagiques étaient dispersés si bien que les auteurs mentionnent que les échanges entre les secteurs ne peuvent être exclus. Ils suggèrent donc que les populations de crevettes de Sept-Iles, du nord de l'île d'Anticosti et du chenal d'Esquiman sont produites localement mais aussi, qu'il peut y avoir des échanges importants entre les zones, ultérieurement.

LA STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES CREVETTES DU GOLFE

L'étude de la variabilité génétique chez la crevette a été effectuée dans le but de s'assurer que les modifications proposées aux unités de gestion actuelles respectent la structure génétique de l'espèce. La variabilité génétique de la crevette nordique a été étudiée sur des spécimens qui ont été échantillonnés à huit sites (Fig. 9) correspondant aux principales agrégations de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et de l'Atlantique. Ces échantillonnages ont été effectués à l'automne 1990 sur le *Alfred Needler* dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent et au printemps 1990 dans la région du Labrador.

Les crevettes du Golfe et de l'Estuaire étaient triées selon leur stade de développement (mâles, femelles primipares, femelles multipares) et disséquées à bord du navire. L'hépatopancréas et le muscle squelettique ont été préservés dans l'azote liquide. Les échantillons provenant du chenal Hawke et du chenal Hopedale (Labrador) ont été préservés sur de la glace sèche alors que les spécimens provenant de la région du chenal Esquiman ont été préservés en entier dans l'azote liquide. Au laboratoire, les spécimens ont été conservés dans un congélateur ultrafroid à -80°C jusqu'à la réalisation des analyses électrophorétiques.

Tous les systèmes enzymatiques (Tab. 2) ont été analysés sur des gels d'acétate de cellulose selon la méthode de Hebert et Beaton (1989) excepté les estérases qui ont été analysées sur des gels de polyacrylamide en système discontinu (Ornstein, 1964). Les techniques de colorations histochimiques utilisées constituent des modifications de celles de Murphy et al. (1990). Les analyses statistiques ont été effectuées en partie à l'aide du logiciel Biosys-1 (Swofford et Selander, 1989). L'ajustement aux proportions d'équilibre de Hardy-Weinberg a été testé pour chacun des stades de maturité et pour tous les stades regroupés par site par un test d'adéquation (goodness of fit) du Chi2 en regroupant les classes d'allèles lorsque les effectifs attendus étaient inférieurs à 3. La significativité des différences dans les fréquences alléliques entre les stades de maturité à chaque site et les différences géographiques pour les différents stades de maturité regroupés a été évaluée à l'aide du test du G d'hétérogénéité (Sokal et Rohlf, 1981). Les classes d'allèles dont les effectifs attendus étaient faibles ont aussi été regroupées pour la réalisation de ces tests. L'évaluation de la différenciation absolue entre les sites a été effectuée à partir de mesures de distances génétiques de Cavalli-Sforza et Edwards (1967). Le flux génique a été estimé à partir de l'indice de fixation de Wright (1969), F_{ST} , selon la formule, $F_{ST} = 1 / (1 + 4N_em)$ où m = taux de migration et N_e = nombre effectif d'individus ainsi que selon la méthode des allèles rares (Slatkin, 1985).

Les fréquences alléliques calculées à partir des fréquences génotypiques ainsi que les taux d'hétérozygotie observés et calculés pour les 8 loci polymorphes sont présentés au tableau 3 pour tous les stades de maturité regroupés.

Les résultats des tests d'ajustement aux proportions de Hardy-Weinberg calculés pour l'ensemble des stades de développement montrent des déviations significatives principalement aux loci EST*, HK-1* et HK-2* dans plusieurs sites échantillonnés (Tab. 4). Les fortes déviations enregistrées au locus G3PDH sont dues à la présence d'homozygotes pour l'allèle rare. Une déviation significative est observée locus MDH* pour le site du Chenal Hawke. Les déviations significatives aux proportions de Hardy-Weinberg sont associées, dans tous les échantillons, à une déficience dans le nombre d'hétérozygotes observés (Tab. 4). Une telle déficience a aussi été observée au cours de l'étude de Chagnon (1986) sur la crevette du golfe du Saint-Laurent. Une pression de sélection contre l'hétérozygote ou la présence dans un même échantillon de populations dont les fréquences alléliques sont différentes (effet Wahlund), des accouplements assortis et la consanguinité sont des facteurs qui peuvent causer une déficience en hétérozygotes (Smith et Francis, 1984). Dans le cas de la crevette nordique, il est peu probable que la consanguinité soit à l'origine du surplus d'homozygotes étant donné la taille de la population reproductrice et la phase de dispersion pélagique des larves.

La comparaison des fréquences alléliques entre les différents stades de maturité pour chaque site (Tab. 5) montre des différences significatives dans les fréquences alléliques au locus EST* des sites Pointe-des-Monts, Anticosti Nord et Chenal Hawke et au locus HK-1* des sites Bic et Chenal Hawke.

Des différences significatives ont été observées entre les différents sites d'échantillonnage pour chaque stade de maturité et pour tous les stades regroupés (Tab. 6). Ces différences se retrouvent à tous les loci mais elles sont plus fréquentes aux loci HK-1*, EST*. Les distances de Cavalli-Sforza et Edwards (1967) représentées au tableau 7 montrent peu de différenciation génétique sur une base géographique. Ces résultats sont aussi en accord avec les données du tableau 8 qui montrent que le nombre de migrants est élevé à tous les loci excepté au locus HEK-1*. L'allure de la courbe présentée à la figure 9 est aussi caractéristique des espèces chez lesquelles existe un fort taux de migration. Cette observation est en accord avec les résultats des travaux de Ouellet et al. (1990) qui ont montré que même si l'émergence des larves se produit

dans des zones correspondant aux principales zones d'agrégation des crevettes adultes, les larves étaient ensuite dispersées et que des échanges pouvaient se produire entre les principales agrégations.

La structure génétique de la crevette nordique est complexe. En effet, les résultats de la présente étude ont mis en évidence des variations des fréquences alléliques entre les stades de maturité à l'intérieur d'un même site. Ces différences entre les stades de maturité se traduisent aussi par des déficiences en hétérozygotes pour plusieurs loci. Chagnon (1986) et Savard (1989) dans une étude antérieure de la crevette nordique ont aussi souligné l'importance des variations intrapopulations dans les fréquences alléliques et des déficiences en hétérozygotes. Comme mentionné précédemment, divers facteurs peuvent causer ces déficiences en hétérozygotes (Smith et Francis, 1984) et des études complémentaires devront être effectuées pour déterminer l'importance de ces différents facteurs sur la structure génétique des crevettes. Kirpichnikov (1992) a attribué aux effets de l'environnement, les variations dans les fréquences alléliques en fonction de l'âge chez les poissons. Chez la crevette nordique, les différences dans les fréquences alléliques observées à un site donné aussi bien que les différences observées entre les sites doivent se réaliser malgré un flux génique apparemment élevé chez cette espèce.

En conclusion, il apparait que la variabilité génétique décrite dans cette étude montre un taux de migration élevé chez la crevette nordique du golfe du Saint-Laurent et que les changements proposés aux zones de gestion ne sont pas en contradiction avec les conclusions de l'étude. Des études plus détaillées devront cependant être réalisées pour comprendre la nature des forces qui affectent la diversité génétique chez cette espèce.

CONCLUSIONS

Les nouvelles unités de gestion de la pêche à la crevette du nord du golfe du Saint-Laurent offrent une meilleure correspondance avec les caractéristiques démographiques des agrégations de crevettes qu'elles supportent et les secteurs exploités par les pêcheurs. Les quatre unités supportent des agrégations bien définies de crevettes avec des sites, où l'abondance est plus élevée, bien isolés les uns des autres. Les unités sont donc bien définies dans l'espace. Elles supportent tous les stades de maturité des crevettes (juvéniles, mâles et femelles) ce qui est une indication de leur capacité à assurer un certain recrutement à la population et à la pêche. Des zones de production larvaire ont été identifiées pour les trois principales unités et bien qu'il n'y ait pas eu d'échantillonnage de larves dans la zone de l'Estuaire, la présence de femelles ovigères au printemps est une indication de la capacité de cette zone à produire également des larves. Étant donné le patron de circulation des masses d'eau dans le Golfe et la durée de la phase planctonique larvaire, il est fort probable que les larves soient dispersées après leur émergence et qu'elles ne se déposent pas nécessairement sur les fonds où elles ont été produites. Toutefois, les agrégations de crevettes sont résidantes des zones correspondant aux unités de gestion; la stabilité dans le temps des foyers de l'exploitation commerciale est une indication de la capacité des unités à assurer une production annuelle de crevettes avec des densités relativement élevées pouvant supporter une exploitation.

Les résultats préliminaires des analyses génétiques effectuées sur des crevettes capturées à différents sites dans le golfe du Saint-Laurent ne permettent pas l'identification formelle de populations génétiquement distinctes à l'intérieur du Golfe. L'absence de différenciation génétique et le taux de migration élevé entre les différentes zones de gestion nous permettent cependant de procéder au réaménagement des unités sans risque d'altérer ou d'affecter la diversité génétique de cette espèce et la capacité de ces stocks à se renouveller. Les études génétiques seront

poursuivies afin de suivre de façon plus fine les variations interannuelles et décrire plus adéquatement l'importance des échanges entre les zones. On s'attardera à examiner les facteurs responsables de la sélection qui se traduit par l'acquisition de caractéristiques locales et éventuellement, évaluer les conséquences d'une exploitation en terme de pression de sélection exercée par une récolte sur une population.

Les coordonnées géographiques des nouvelles frontières ont été voulues simples: les limites correspondent aux limites des carrés de 10 min utilisés dans le système de suivi de la pêche. Ces carrés sont utilisés dans les journaux de bord des crevettiers pour la cartographie du Golfe et l'indication des sites de pêche. Les nouvelles frontières devraient donc être plus faciles à visualiser pour les pêcheurs et également, plus faciles à respecter. D'autre part, il était préférable de conserver les limites qui existent déjà et qui sont toujours pertinentes, toujours dans l'esprit de minimiser la confusion qu'entraînent des changements de cette ampleur. C'est ainsi que les frontières situées de part et d'autre de la zone d'Anticosti ont été conservées intactes. La limite sud des unités de gestion a été placée à 48° 30' ce qui correspond également à la limite sud de la distribution des crevettes dans le Golfe. Toutefois, cette frontière pourrait être déplacée en fonction des besoins exprimés par les intervenants de la pêche.

RÉFÉRENCES

Chagnon, Y. 1986. Différenciation génétique des stocks de crevette nordique (Pandalus borealis) du golfe du Saint-Laurent. Bio-Conseil Inc., rapport remis au MPO et au MAS, nov. 1986, 54 p.

Hebert, P. and M. Beaton. 1989. Methodologies for allozyme analysis using cellulose acetate. Practical handbook. Educational service of Helena labs. 31 p.

Kirpichnikov, V.S. 1992. Adaptive nature of intrapopulation biochemical polymorphism in fish. Journal of Fish Biology, 40, 1-16.

Murphy, R.W., J.W. Sites Jr, D.G. Buth et C.H. Haufler. 1990. Proteins I: Isozyme electrophoresis. In: Hillis, D.M. et C. Moritz [eds]. Molecular systematics. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. p 45-126.

Ornstein, L. 1964. Disc electrophoresis. I. Background and theory. Ann. N.Y. Acad. Sci. 121: 321-349.

Ouellet, P., D. Lefaivre and V. Koutitonski. 1990. Distribution of shrimp (*Pandalus borealis*) larvae and hydrographic pattern in the northern Gulf of St.Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 2068-2078.

Savard, L. 1989. Evaluation des concentrations de crevettes (Pandalus borealis) du golfe du Saint-Laurent. CSCPCA Doc. Rech. 89/7. 71 p.

Savard, L. et S. Hurtubise. 1991. Evaluation des concentrations de crevettes nordiques (*Pandalus borealis*) du nord du golfe du Saint-Laurent. CSCPCA Doc. Rech. 91/71. 35 p.

Shaklee, J.B., F.W. Allendorf, D.C. Morizot and, G.S. Whitt. (1990). Gene nomenclature for protein-coding loci in fish. Trans. Amer. Fish. Soc. 119: 2-15.

Simard, Y. and L. Savard. 1990. Variability, spatial patterns and scales of similarity in size-frequency distributions of the northern shrimp (*Pandalus borealis*) and its migration in the Gulf of St.Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 794-804.

Slatkin, M. 1985. Rare alleles as indicator of gene flow. Evolution 39: 53-65.

Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. Biometry. 2nd edition. W.H.Freeman and Co., San Francisco, 859 p.

Swofford, D.L. and R.B. Selander. 1989. A computer program for the analysis of allelic variation in population geneticsandbiochemical systematics (release 1.7). D.L. Swofford, Illinois Natural History survey.

Wright, S. 1969. Evolution and the genetics of populations. Vol. 4: Variability within and among populations. The University of Chicago Press. Chicago abd London. 580 p.

Tableau 1. Débarquements (t) de crevettes dans le nord du golfe du Saint-Laurent par unité de gestion et par flotte de pêche depuis 1965.

Année	Sept-Iles			Nord Anticosti			Esquiman				Sud Anticosti			Estuaire			Golfe
	Qc	NB	Total	Qc	NB	Total	Qc	NB	TN	Total	Qc	NB	Total	Qc	NB	Total	
1965	_	_	11	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	11
1966	_	_	95	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	95
1967	_	_	278	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	278
1968	_	_	271	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	271
1969	_	_	273	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	273
1970	_	_	413	_	_	_	_	_	_	159	_	_	_	_	_	_	572
1971	_	_	393	_	_	_	_	_	_	691	_	_	_	_	_	_	1084
1972	_	_	481	_	_	_	_	_	_	184	_	_	_	_	_	_	665
1973	_	_	1273	_	_	_	_	_	_	520	_	_	_	_	_	_	1793
1974	_	_	1743	_	_	980	_	_	_	594	_	_	_	_	_	_	3317
1975	_	_	2135	_	_	1025	_	_	_	1368	_	_	_	_	_	_	4528
1976	_	_	1841	_	_	1310	_	_	_	1494	_	_	_	_	_	_	4645
1977	_	_	2746	_	_	1185	_	_	_	1249	_	_	_	_	_	_	5180
1978	_	_	2470	_	_	1460	_	_	_	2166	_	_	56	_	_	_	6152
1979	_	_	3195	_	_	1108	_	_	_	3226	_	_	12	_	_	_	7541
1980	_	_	2921	_	_	1454	_	_	_	2441	_	_	57	_	_	539	7412
1981	_	_	3326	_	_	1385	_	_	_	3014	_	_	354	_	_	27	8106
1982	3562	33	3595	1610	854	2464		313	1798	2111	99	80	179	152	_	152	8501
1983	3356	23	3379	2131	794	2925	19	262	1961	2242	192	76	268	158	_	158	8972
1984	3634	85	3719	720	616	1336	8	61	1509	1578	528	136	664	248	_	248	7545
1985	3904	124	4028	1673	1113	2786	9	134	1278	1421	335	36	371	164	_	164	8770
1986	3625	282	3907	2072	1268	3340	23	140	1429	1592	254	55	309	261	1	262	9410
1987	4576	316	4892	1913	1509	3422	38	432	2215	2685	338	181	519	523	_	523	12041
1988	4800	343	5143	1902	942	2844	120	912	3303	4335	542	362	904	551	_	551	13777
1989	5070	353	5423	3424	829	4253	144	1661	2809	4614	584	247	831	629	_	629	15750
1990	5204	552	5756	3078	1645	4723	207	968	2128	3303	547	536	1083	489	18	507	15372
1991	5249	466	5715	2956	1634	4590	197	1112	3464	4773	438	258	696	505	-	505	16279

Qc: Québec

NB: Nouveau-Brunswick

TN: Terre-Neuve

Tableau 2. Description des systèmes enzymatiques étudiés.

Enzyme	Abrévia-tion	EC No	No loci	No allèles	Structure quaternaire	Tissu	Méthode
Esterase	EST	3.1.1	1	6	dimère	H	P
Glucose-6-phosphate isomérase	GPI	5.3.1.9	1	3	dimère	M	CA
Glycerol-3-phosphate dehydrogenase	G3PDH	1.1.1.8	1	3	dimère	H	CA
Hexokinase	HK	2.7.1.1	2	1: 4 2: 2	monomère	H	CA
Malate dehydrogenase	MDH	1.1.1.37	1	2	dimère	M	CA
Phosphoglucomutase	PGM	5.4.2.2	1	1	monomère	M	CA
Tetrazoluim reductase	TR		1	2	dimère	H	CA

Tissu:
H: hépatopancréas
M: muscle abdominal

Méthode:
P: gel de polyacrylamide
CA: gel d'acétate de cellulose

Tableau 3. Fréquences alléliques, hétérozygoties observée (Hobs) et attendue (Hatt) à chaque site échantillonné pour les différents loci étudiés pour les stades de développement regroupés.

		Sites						
Locus	Bic	Pointe-des Monts	Sept-Iles	Anticosti Sud	Anticosti Nord	Chenal Esquiman	Chenal Hawke	Chenal Hopedale
EST								
(N)	74	150	142	148	147	120	112	146
*A	.649	.703	.634	.699	.707	.633	.746	.616
*B	.304	.243	.317	.280	.265	.325	.183	.322
*C	.020	.010	.032	.000	.017	.000	.049	.003
*D	.020	.010	.004	.000	.000	.000	.000	.007
*E	.000	.000	.000	.000	.000	.004	.000	.000
*F	.007	.033	.014	.020	.010	.038	.022	.051
Hobs	.243	.307	.218	.155	.272	.342	.277	.233
Hatt	.486	.445	.497	.432	.429	.492	.408	.514
GPI								
(N)	80	150	150	150	150	121	120	151
*A	.994	1.000	1.000	1.000	1.000	.992	1.000	1.000
*B	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
*C	.000	.000	.000	.000	.000	.008	.000	.000
Hobs	.013	0	0	0	0	.017	0	0
Hatt	.012	0	0	0	0	.016	0	0
G3PDH								
(N)	80	148	150	150	150	121	120	151
*A	.988	.976	1.000	.997	.997	1.000	1.000	1.000
*B	.013	.017	.000	.003	.000	.000	.000	.000
*C	.000	.007	.000	.000	.003	.000	.000	.000
Hobs	0	.007	0	.007	.007	0	0	0
Hatt	.025	.046	0	.007	.007	0	0	0
HEX-1								
(N)	78	146	143	144	147	110	92	113
*A	.686	.928	.899	.955	.782	.886	.826	.854
*B	.301	.072	.094	.045	.214	.095	.168	.119
*C	.013	.000	.000	.000	.003	.000	.000	.000
*D	.000	.000	.007	.000	.000	.018	.005	.027
Hobs	.372	.116	.119	.063	.197	.191	.174	.204
Hatt	.439	.133	.184	.086	.342	.205	.289	.256

(suite du Tableau 3)

	Sites						
Locus	Bic	Pointe-des Monts	Sept-Iles	Anticosti Sud	Anticosti Nord	Chenal Esquiman	Chenal Hawke	Chenal Hopedale
HEX-2								
(N)	74	149	144	150	149	119	101	143
*A	.399	.564	.569	.633	.564	.609	.569	.587
*B	.601	.436	.431	.367	.436	.391	.431	.413
Hobs	.176	.349	.389	.493	.403	.429	.465	.448
Hatt	.479	.492	.490	.464	.492	.476	.490	.485
MDH								
(N)	80	150	150	150	150	121	120	151
*A	.481	.433	.463	.470	.437	.467	.438	.447
*B	.519	.567	.537	.530	.563	.533	.563	.553
Hobs	.438	.533	.527	.487	.527	.471	.375	.444
Hatt	.499	.491	.497	.498	.492	.498	.492	.494
PGM								
(N)	80	150	150	150	150	121	120	151
*A	.981	.990	.983	.987	.990	.988	.992	.983
*B	.019	.007	.017	.013	.010	.012	.008	.017
*C	.000	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Hobs	.038	.020	.033	.027	.020	.025	.017	.033
Hatt	.037	.020	.033	.026	.020	.024	.017	.033
TR								
(N)	80	150	150	150	150	121	120	151
*A	.944	.917	.907	.883	.900	.880	.871	.874
*B	.056	.083	.093	.117	.100	.120	.129	.126
Hobs	.112	.153	.173	.233	.160	.019	.242	.238
Hatt	.106	.153	.169	.206	.180	.211	.225	.220

Tableau 4. Résultats des tests d'ajustement aux équilibres de Hardy-Weinberg pour les stades de développement regroupés (X2 = valeurs du Chi 2; D = déviation; *: P < .05). Une valeur négative de D indique une déficience en hétérozygotes.

Locus		Bic	Pointe des Monts	Sept-Iles	Anticosti sud	Anticosti nord	chenal Esquiman	chenal Hawke	chenal Hopedale
EST	X2	21.04*	12.17*	42.75*	59.61*	19.19*	9.86*	8.52*	38.15
	D	-0.50	-0.31	-0.56	-0.64	-0.35	-0.31	-0.32	-0.55
GPI	X2	0	nd	nd	nd	0	0.01	nd	nd
	D	0				0	0.01		
G3PDH	X2	159.01*	125.56*	nd	0	0	nd	nd	nd
	D	-1.00	-0.86		0	0			
HK-1	X2	3.23	2.61	18.08*	11.97*	29.19*	0.37	14.98*	4.08
	D	-0.16	-0.13	-0.36	-0.28	-0.43	-0.07	-0.40	-0.21
HK-2	X2	30.39*	12.87*	6.38*	0.52	5.08	1.29	0.32	0.92
	D	-0.64	-0.29	-0.21	0.06	-0.18	-0.10	-0.06	-0.08
MDH	X2	1.35	1.02	0.47	0.11	0.68	0.41	7.05*	1.69
	D	-0.13	0.08	0.06	-0.03	0.07	-0.06	-0.24	-0.11
PGM	X2	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0.03
	D	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01
TR	X2	0.25	0	0.07	2.53	2.01	1.32	0.60	0.99
	D	0.05	0	0.02	0.13	-0.11	-0.10	0.07	0.08

Tableau 5. Valeurs des tests du G d'hétérogénéité pour les différents stades de développement pour chaque site (*: $P < .05$).

Locus	Bic	Sept-Iles	Pointe des Monts	Anticosti sud	Anticosti nord	Chenal Esquiman	Chenal Hawke	Chenal Hopedale
EST	2,72	4,32	6,64*	2,86	6,24*	2,04	10,16*	2,04
GPI	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
G3PDH	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
HK-1	10,46*	0,28	2,60	1,66	3,14	4,04	15,66*	3,22
HK-2	2,18	0,60	1,88	0,02	1,18	1,14	3,56	1,60
MDH	2,36	3,58	0,50	4,90	2,06	0,12	1,02	7,62*
PGM	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
TR	5,54	0,54	1,66	3,6	5,96	0,60	1,62	2,12

Tableau 6. Valeurs des tests du G d'hétérogénéité pour la comparaison des fréquences alléliques entre les sites pour les différents stades de développement (1 d.l.) et pour les stades regroupés (2 d.l.); (M = mâle; FP = femelle primipare; FM = femelle multipare; T = tous les stades regroupés; *: $P < .05$).

Sites comparés	Stade	EST	HK-1	HK-2	MDH	TR
Bic - Pointe-des-Monts	M	0,14	36,32*	15,98*	0,38	3,94*
	FP	1,00	0,24	0,50	0,36	0,84
	FM	2,14	3,70	0,14	10,14*	0,54
	T	1,40	43,14*	16,82*	0,76	0,78
Pointe-des-Monts - Sept-Iles	M	1,26	2,22	0,44	0,34	0
	FP	3,36	0,20	0,98	0,72	1,54
	FM	3,54	1,26	1,30	0,98	0
	T	3,44	1,90	0,80	0,50	0,20
Sept-Iles- Anticosti sud	M	5,66*	5,54*	0,38	0,18	0,70
	FP	0,72	2,78	0,68	0,34	0,28
	FM	094	3,84	1,64	0,52	1,34
	T	5,20	8,86*	2,50	0,04	0,86
Anticosti nord - C. Esquiman	M	2,06	2,86	1,14	0,02	5,70*
	FP	2,76	10,18*	0,06	5,84	0,28
	FM	1,68	1,68	1,38	0,74	0,36
	T	3,78	9,86*	1,14	0,48	0,54
C. Hawke - C. Hopedale	M	4,84*	6,68*	0	4,54	0,06
	FP	2,16	6,64*	0,18	2,04	0,26
	FM	1,94	0,04	0,48	0,34	0,02
	T	12,58*	9,38*	0,12	0,02	0,04

Tableau 7. Coefficients de distances génétiques de Cavalli-Sforza et Edwards (1967).

Sites	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Bic	*****							
2 Pointe-des-Monts	.096	*****						
3 Sept-Iles	.089	.054	*****					
4 Anticosti sud	.117	.051	.057	*****				
5 Anticosti nord	.071	.065	.052	.073	*****			
6 Chenal Esquiman	.111	.070	.055	.051	.069	*****		
7 Chenal Hawke	.091	.068	.049	.078	.042	.073	*****	
8 Chenal Hopedale	.099	.064	.044	.062	.063	.037	.063	*****

Tableau 8. Valeurs calculées du F(St) pour chaque locus et estimations du nombre de migrants par génération pour tous les stades réunis.

Locus	F(ST)	Nem
EST	.009	27.53
GPI	.006	41.42
G3PDH	.010	24.75
HK-1	.051	4.65
HK-2	.018	13.64
MDH	.001	249.75
PGM	.001	249.75
TR	.006	41.42
MOYENNE	.014	17.61

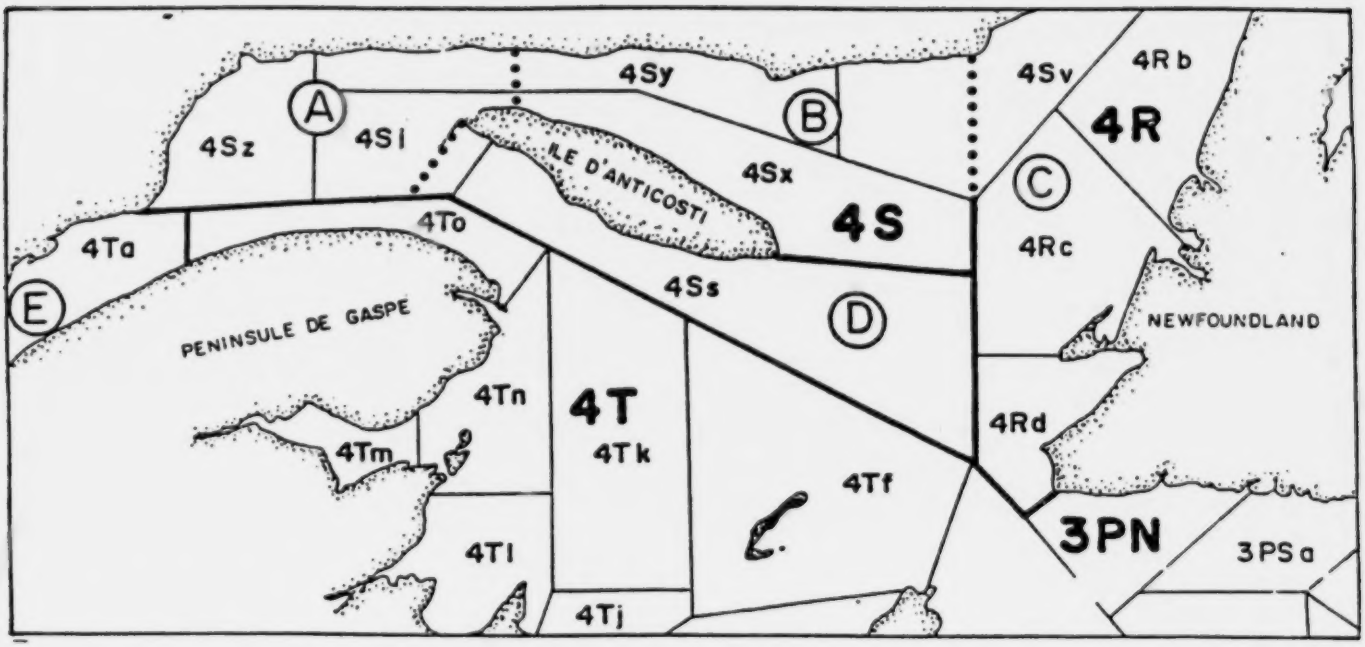


Figure 1. Unités de gestion de la crevette du golfe du Saint-Laurent.
A: Sept-Iles C: Esquiman E: Estuaire
B: Nord-Anticosti D: Sud-Anticosti

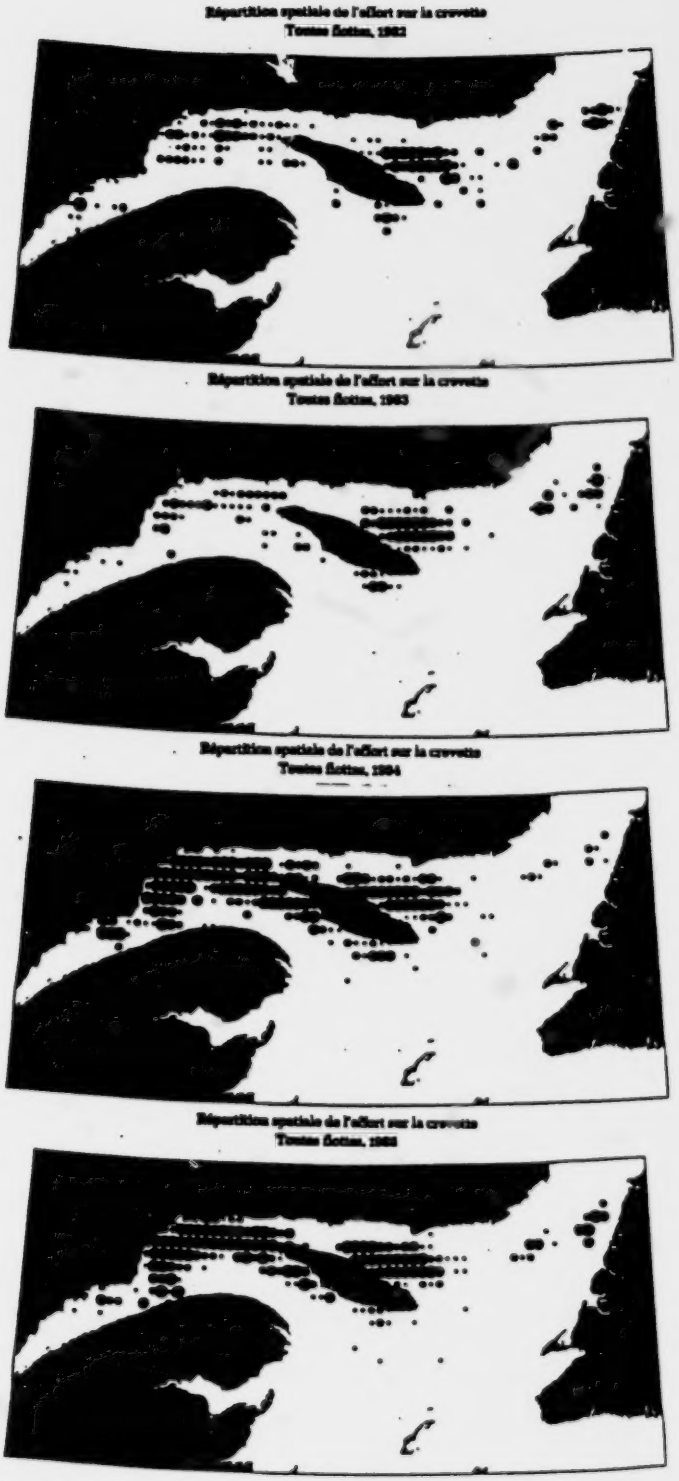


Figure 2. Distribution de l'effort de pêche à la crevette dans le golfe du Saint-Laurent de 1982 à 1991.

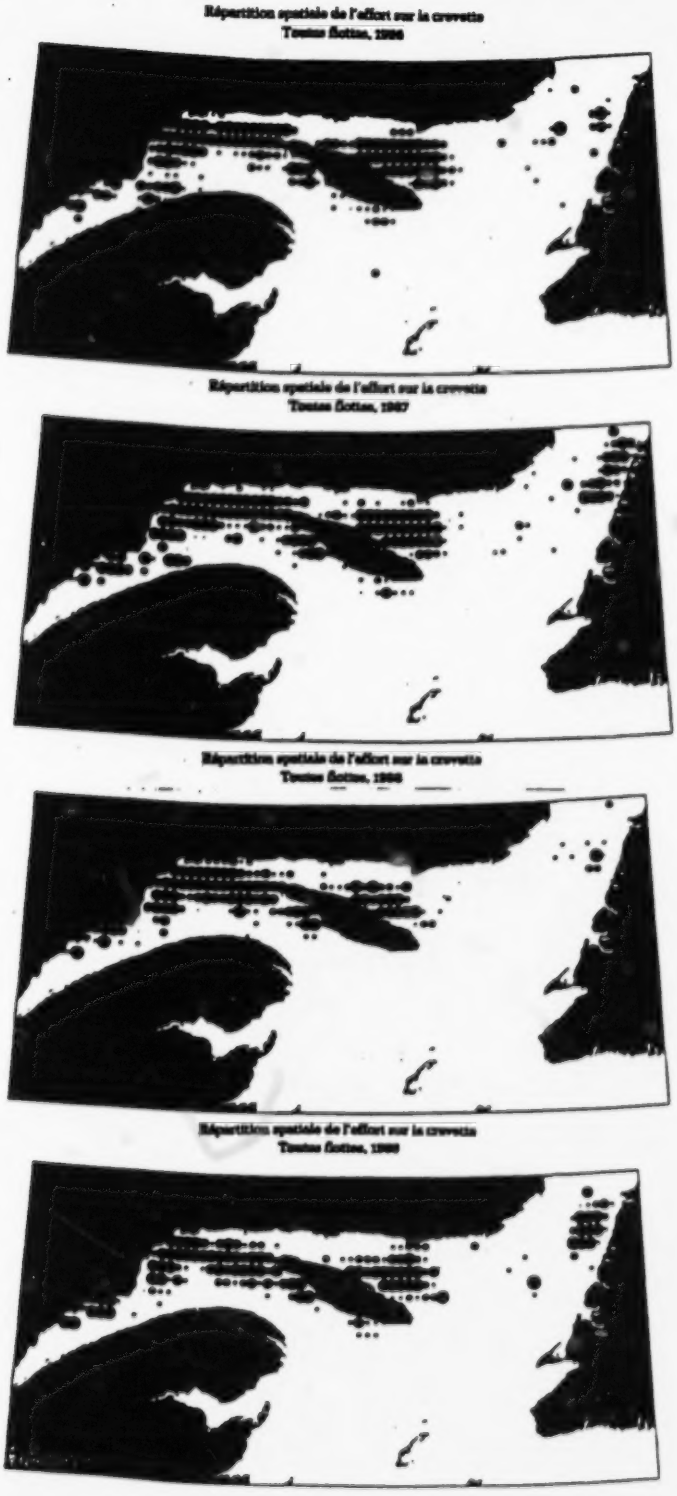
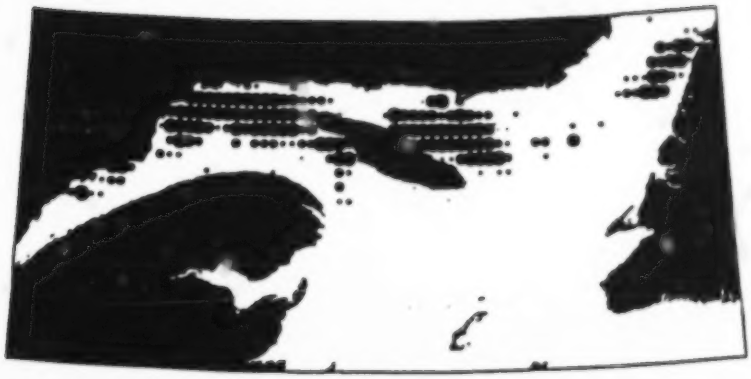


Figure 2. Suite.

Répartition spatiale de l'effort sur la crevette
Toutes flottes, 1990



Répartition spatiale des efforts sur la crevette
Toutes les flottes, 1991

Figure 2. Suite.

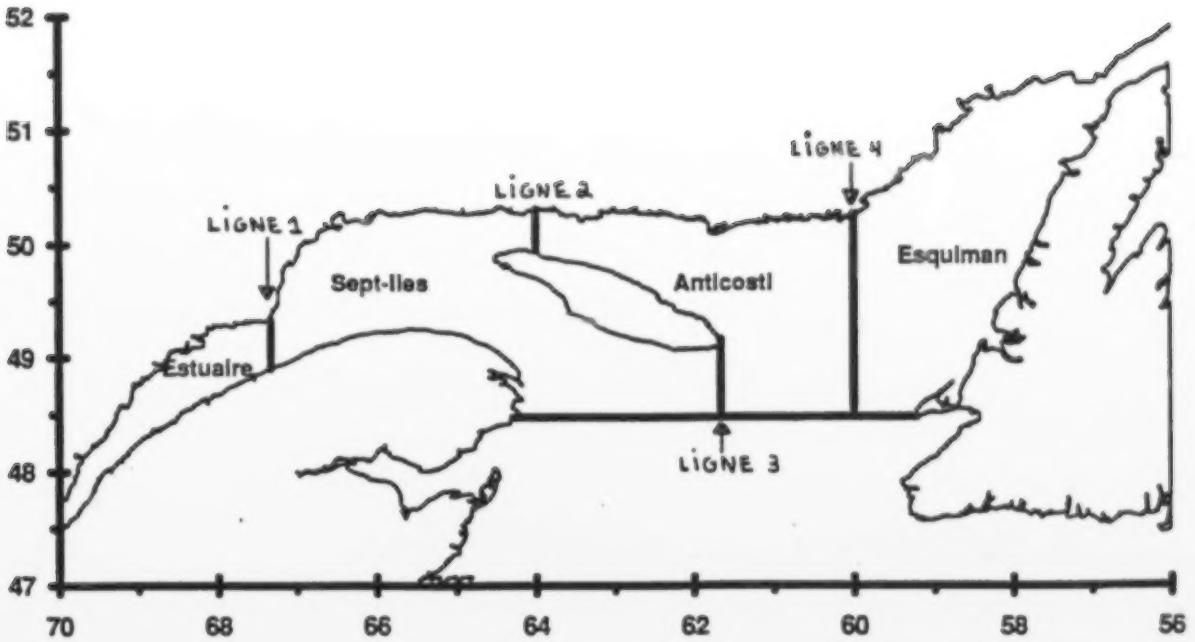


Figure 3. Nouvelles unités de gestion à la crevette du Golfe du Saint-Laurent.
Ligne 1: 67° 20' Ligne 2: 64° 00' Ligne 3: 61° 40' Ligne 4: 60° 00'

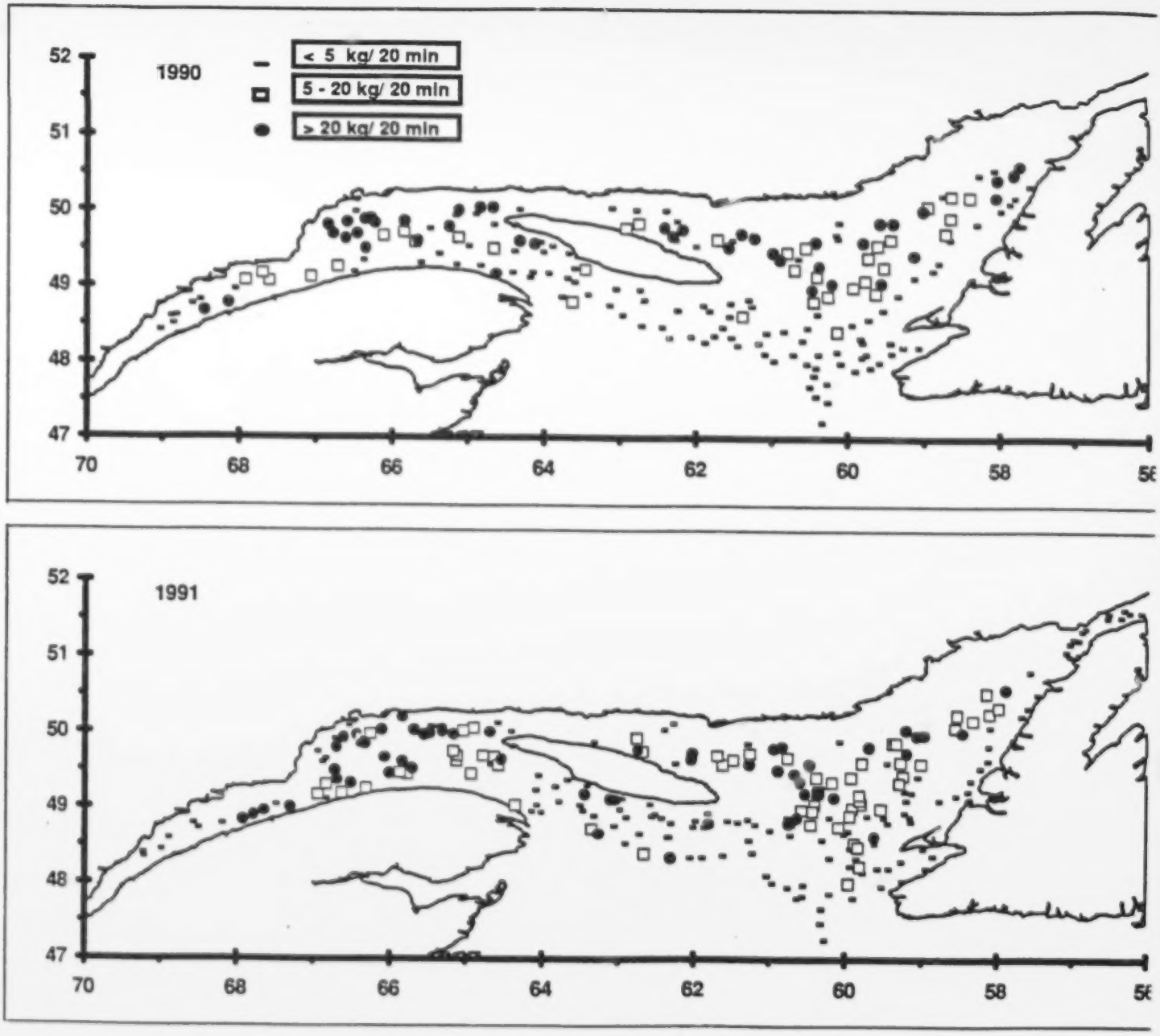


Figure 4. Rendements (kg/20 min) de crevettes capturées à chaque station visitée dans le Golfe sur le relevé d'été en 1990 et 1991.

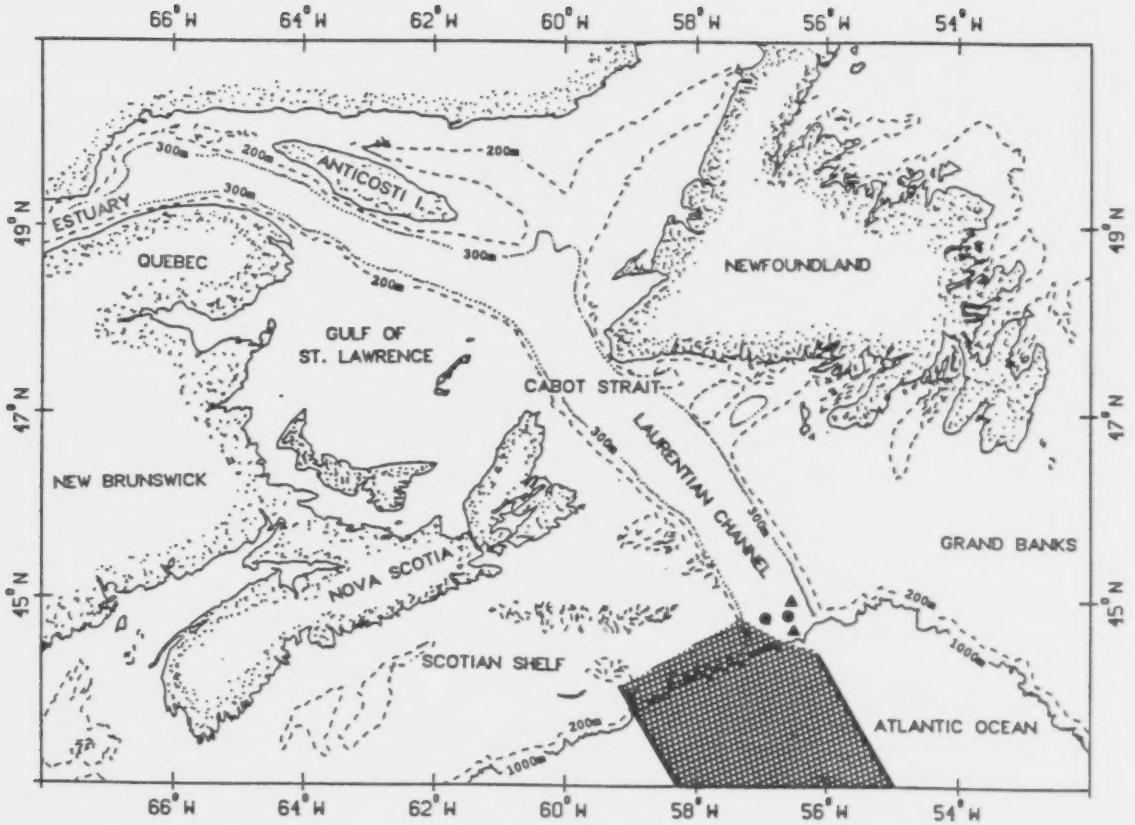


Figure 5. Bathymétrie du nord du golfe du Saint-Laurent: isobathes de 200 et 300 mètres. Tiré de Therriault, J.-C. (ED.). 1991. The Gulf of St.Lawrence: small ocean or big estuary? Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 359 p.

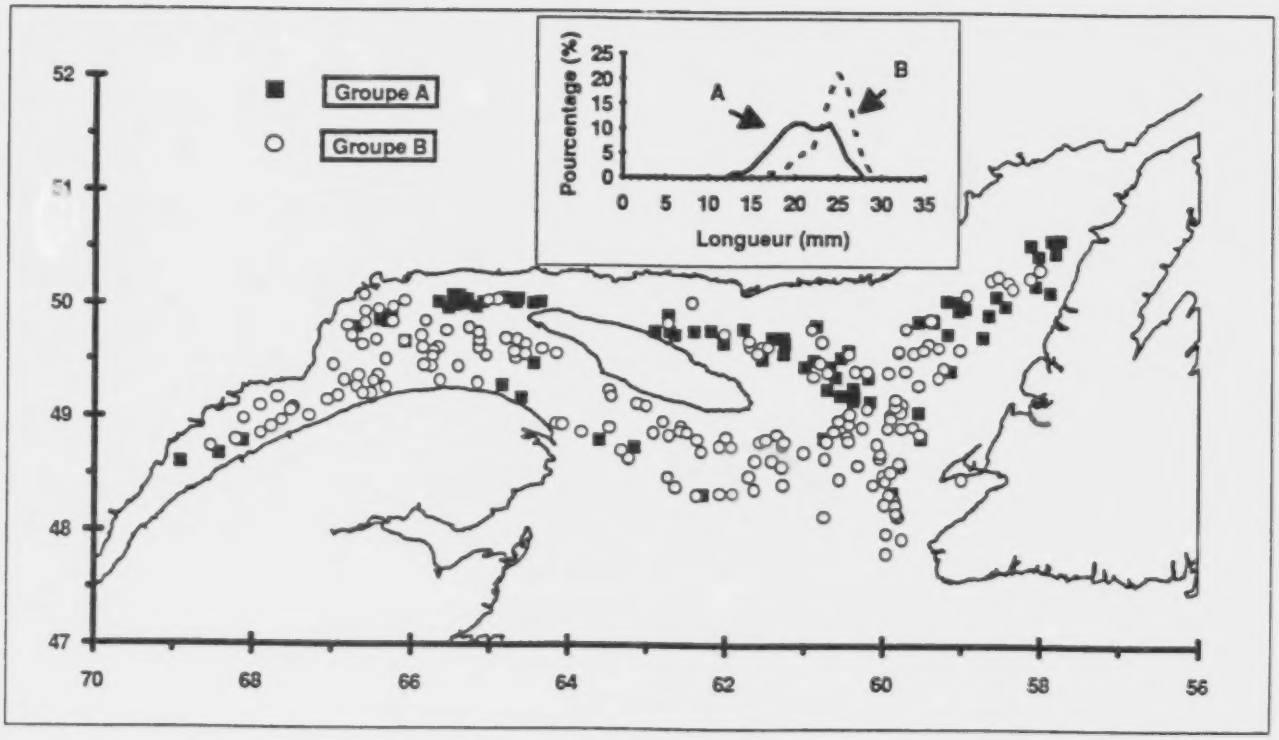


Figure 6. Répartition spatiale des deux groupes de crevettes indentifiés par l'analyse de groupement menée sur les données des relevés de 1990 et 1991.

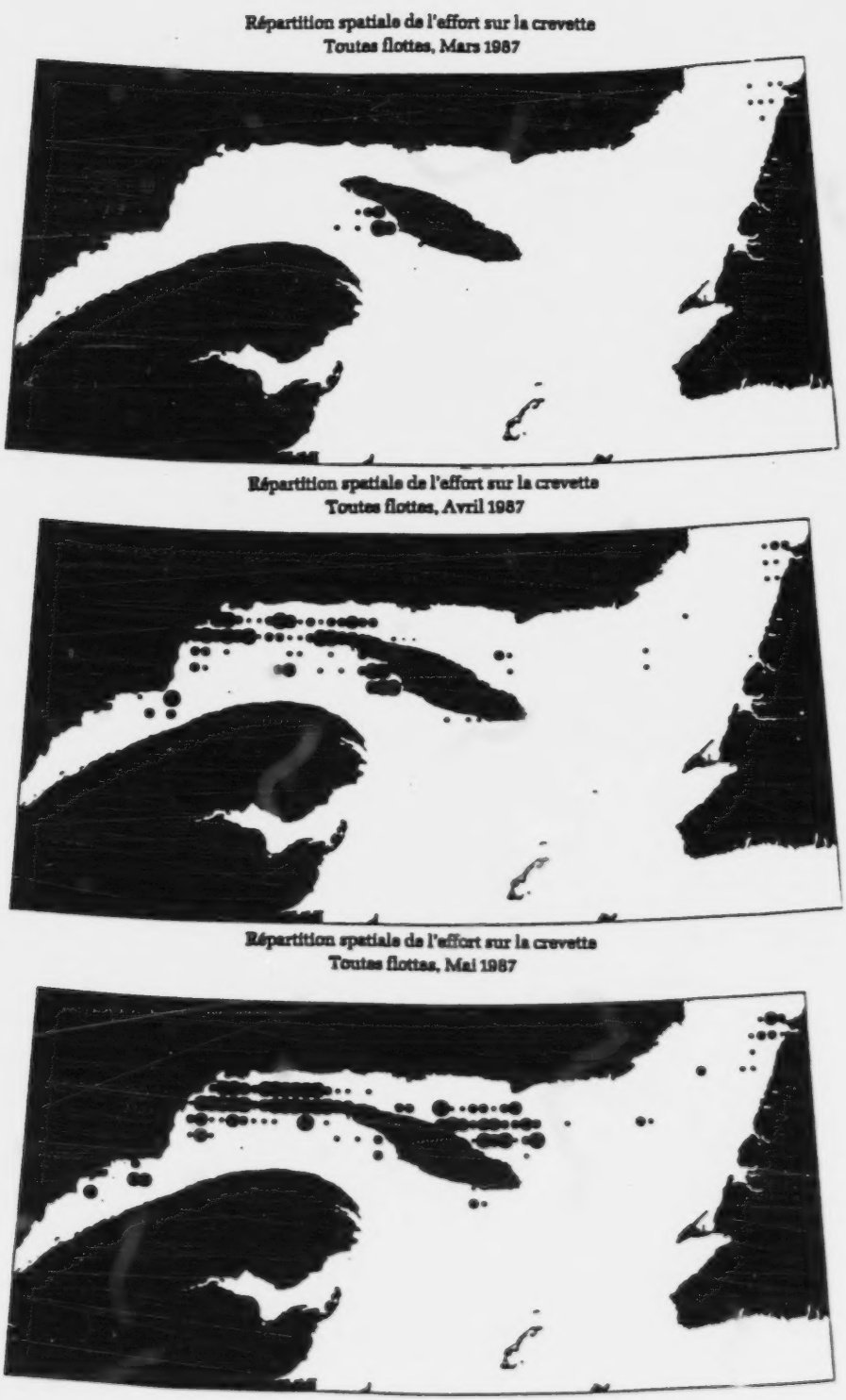
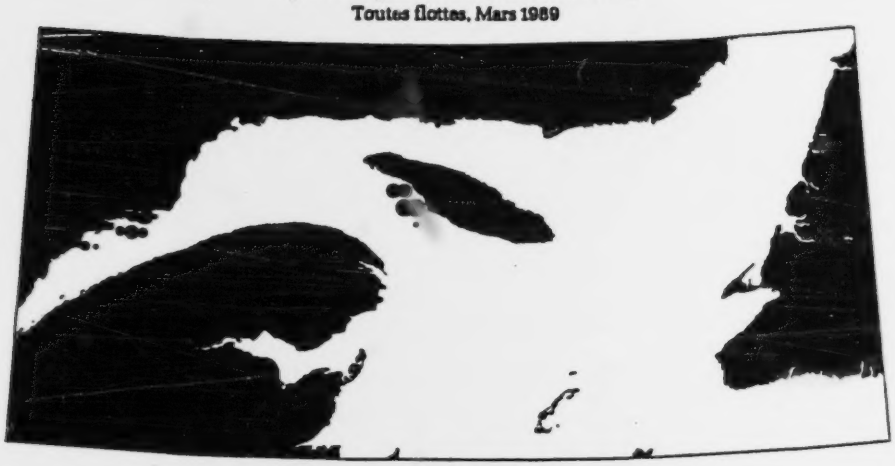


Figure 7. Répartition de l'effort de pêche aux printemps 1987, 1989 et 1990.

Répartition spatiale de l'effort sur la crevette
Toutes flottes, Mars 1989



Répartition spatiale de l'effort sur la crevette
Toutes flottes, Avril 1989

Répartition spatiale de l'effort sur la crevette
Toutes flottes, Mai 1989

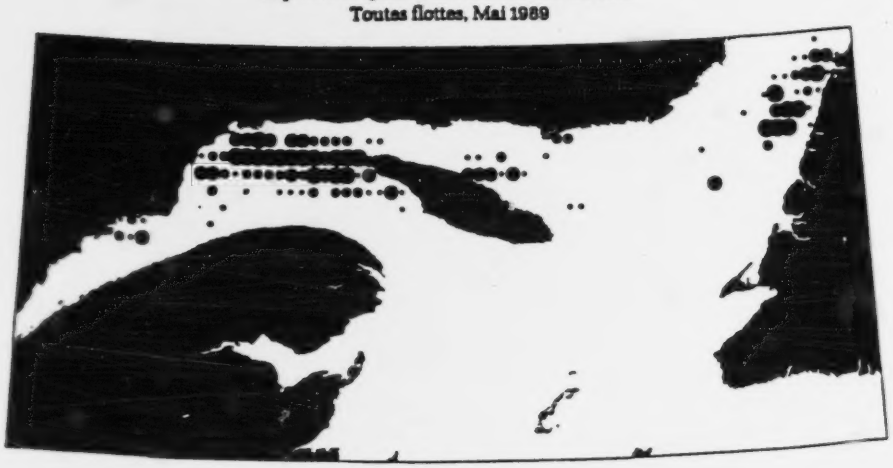


Figure 7. Suite.

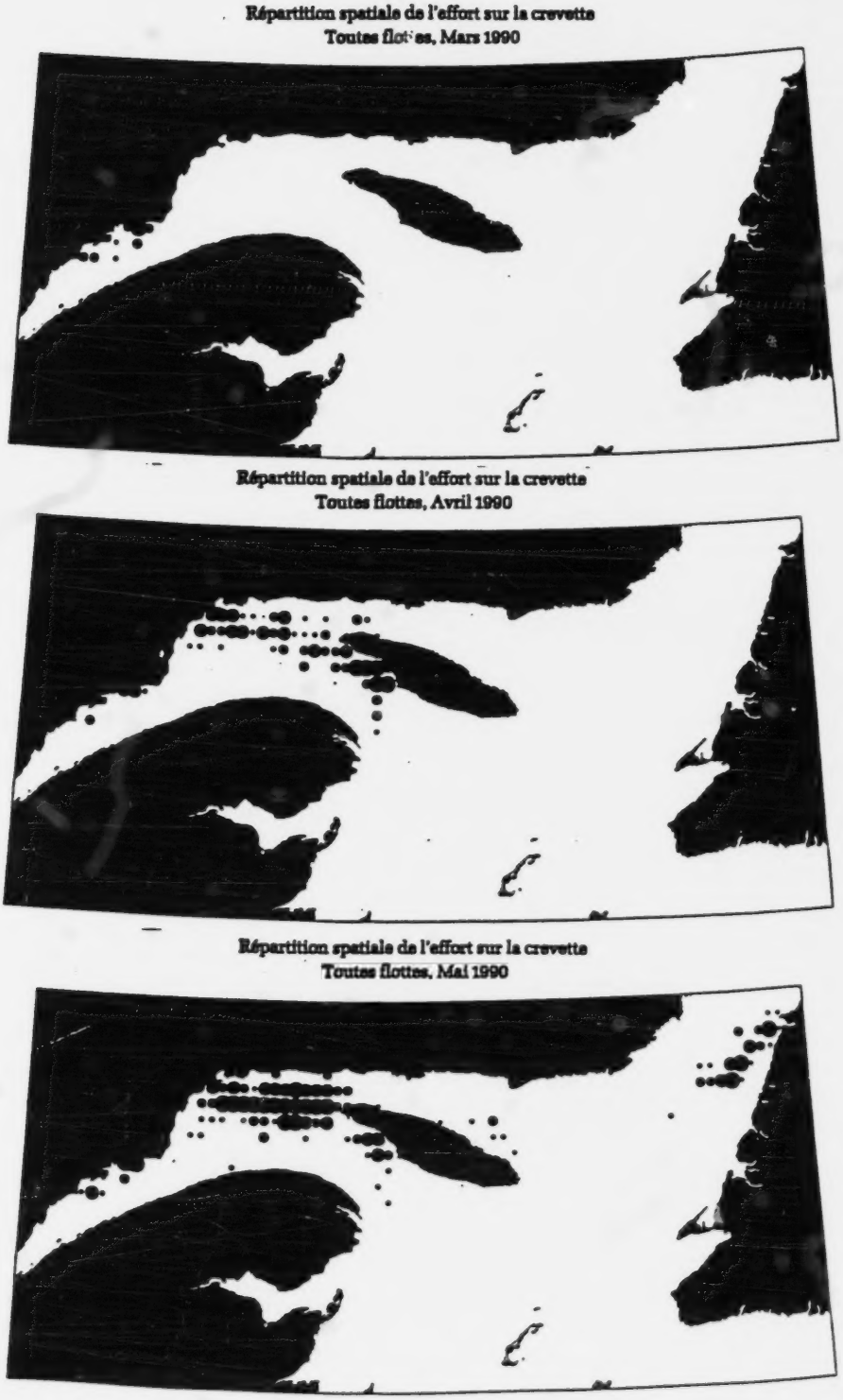


Figure 7. Suite.

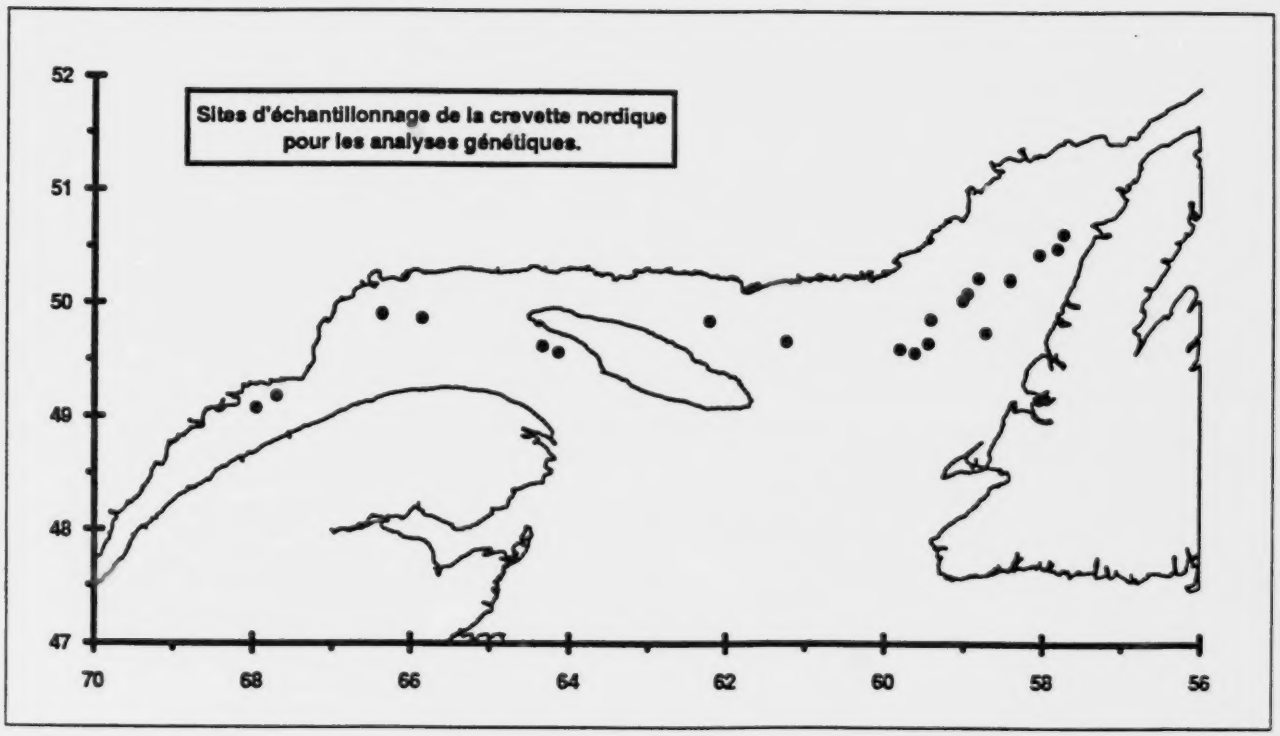


Figure 8. Sites d'échantillonnage de la crevette nordique pour les analyses génétiques.

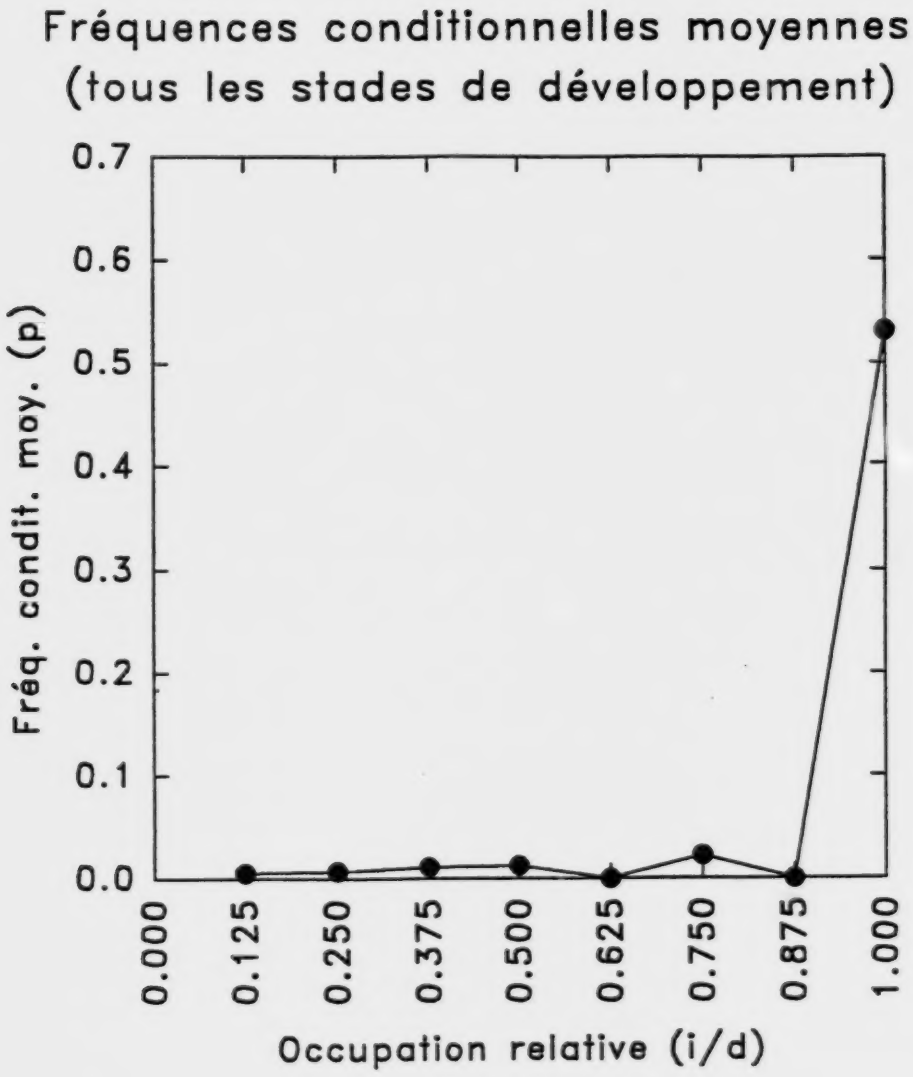


Figure 9. Fréquences conditionnelles moyennes (p) en fonction de l'occupation relative (i/d).